



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q77250

Takashi YOSHIMURA, et al.

Appln. No.: 10/652,026

Group Art Unit: 2825

Confirmation No.: 1554

Examiner: Unknown

Filed: September 02, 2003

For: RETICLE FABRICATION METHOD

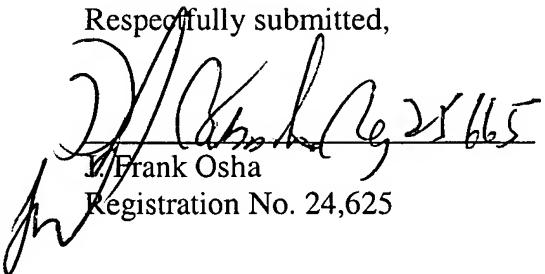
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,


Frank Osha
Registration No. 24,625

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE
23373
CUSTOMER NUMBER

Enclosures: Japan 2002-256920

Date: December 31, 2003

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

T. Yoshimura et al.
10/652,026
Filed 9/2/2003
Q 77250
10f/

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月 2日
Date of Application:

出願番号 特願 2002-256920
Application Number:

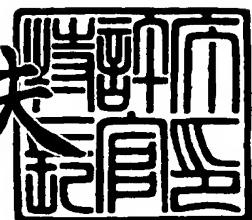
[ST. 10/C] : [JP 2002-256920]

出願人 日本電気株式会社
Applicant(s):

2003年 8月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 70902923

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G03F 1/08

H01L 21/027

H01L 21/66

【発明の名称】 レチクル製造方法

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7番 1号 日本電気株式会社内

【氏名】 吉村 隆

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7番 1号 日本電気株式会社内

【氏名】 場生松 武志

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090158

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤巻 正憲

【電話番号】 03-3433-4221

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009782

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715181

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レチクル製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レチクル設計データである CAD データを第 1 データ変換装置による電子ビーム描画データと第 2 データ変換装置による検査データとにデータ変換し、前記電子ビーム描画データと前記検査データとをデータ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記電子ビーム描画データが前記 CAD データを正しくデータ変換したデータであることを検証した後に前記電子ビーム描画データを用いてレチクルを製造し、前記検査データにより前記レチクルの品質検査をすることを特徴とするレチクル製造方法。

【請求項 2】 レチクル設計データによる図形パターンをレチクル上に描画するための第 1 電子ビーム描画データを第 1 データ変換装置による第 2 電子ビーム描画データと第 2 データ変換装置による検査データとにデータ変換し、前記第 2 電子ビーム描画データと前記検査データとをデータ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記第 2 電子ビーム描画データが前記第 1 電子ビーム描画データを正しくデータ変換したデータであることを検証した後に前記第 2 電子ビーム描画データを用いてレチクルを製造し、前記検査データにより前記レチクルの品質検査をすることを特徴とするレチクル製造方法。

【請求項 3】 レチクル設計データである CAD データを第 1 データ変換装置により電子ビーム描画データにデータ変換し、前記電子ビーム描画データと前記 CAD データとをデータ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記電子ビーム描画データが前記 CAD データを正しくデータ変換したデータであることを検証した後に前記電子ビーム描画データを用いてレチクルを製造し、前記電子ビーム描画データを第 2 データ変換装置でデータ変換することによって得られる検査データによって前記レチクルの品質検査をすることを特徴とするレチクル製造方法。

【請求項 4】 レチクル設計データである CAD データを第 1 データ変換装置による第 1 電子ビーム描画データ及び第 2 電子ビーム描画データと第 2 データ変換装置による第 1 検査データ及び第 2 検査データとにデータ変換し、前記第 1

電子ビーム描画データと前記第1検査データとを第1データ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記第2電子ビーム描画データと前記第2検査データとを第2データ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記第1電子ビーム描画データ及び前記第2電子ビーム描画データが前記CADデータを正しくデータ変換したデータであることを検証した後に前記第1電子ビーム描画データ及び前記第2電子ビーム描画データを用いてレチクルを製造し、前記第1検査データ及び前記第2検査データにより前記レチクルの品質検査することを特徴とするレチクル製造方法。

【請求項5】 前記データ検証装置は、前記電子ビーム描画データと前記検査データとをラスタ走査及びステージ連続移動描画方式による電子ビーム描画装置で用いられるラスタ画像にデータ変換し、前記ラスタ画像を比較することによりデータ変換エラーの有無を検証することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のレチクル製造方法。

【請求項6】 前記データ検証装置は、前記電子ビーム描画データと前記検査データとを2次元座標データに変換し、前記2次元座標データを比較することによりデータ変換エラーの有無を検証することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のレチクル製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路装置の製造に使用するレチクル等のフォトリソグラフィ工程用のマスクを製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路装置製造工程として欠かせないフォトリソグラフィ工程においては、一般的に、石英ガラス基板等の光を透過する基板上にクロム（Cr）等の遮光材料で所望の半導体集積回路の設計パターンを描画したレチクル（Reticle）と呼ばれるマスクを原版として用いる。現在のフォトリソグラフィ技術においては、このレチクル上に描画された回路パターンを、フォトレジスト（Photores

ist：感光剤）を塗布した半導体ウエハ上に、4分の1乃至5分の1に縮小露光して転写する方法が一般的である。

【0003】

一方、半導体集積回路の微細化技術においては、SIA (Semiconductor Industry Association) によるテクノロジ・ロードマップ以上のスピードでの微細化技術の実現が要求されている。この微細化技術の急速な進展に伴なって、レチクル上に描画された回路パターンを半導体ウエハ上に露光する際に用いる光源の波長が短波長化され、g線、i線、KrF、そしてArFへと開発が進められてきた。このKrF及びArFのような短波長光源を用いるフォトリソグラフィ技術においては、微細な回路パターンに対応した充分な解像力を得ることを目的として、OPC (Optical Proximity Correction) 技術及び位相シフト技術等の超解像技術が採用される。このため、レチクル上に描画される回路パターンは、微細化されるばかりではなく、極めて複雑化されている。

【0004】

レチクル上に回路パターンを描画する際に扱うデータ量は、レチクル上に描画される回路パターンの微細化及び複雑化により極めて膨大なものとなっている。このため、レチクル製造に要する時間の長時間化及び費用の増大は著しい。また、より一層の回路パターンの微細化を目的として、VUV (Vacuum UltraViolet-ray) 及びEUV (Extreme UltraViolet-ray) によるフォトリソグラフィ技術の開発が既に進められており、光によるフォトリソグラフィ技術の限界への懸念から、X線及び電子ビーム (EB) によるフォトリソグラフィ技術の早期開発も切望されている。このため、このレチクル製造に要する時間の長時間化及び費用の増大は、更に顕著なものとなることが予想される。

【0005】

図10は、従来のレチクル製造方法を示すフローチャートである。半導体集積回路設計図等のCAD (Computer Aided Design) データ101は、第1データ変換装置102において電子ビーム (EB) 描画データ103にデータ変換される。このEB描画データ103はEB描画装置104に入力され、EB描画装置104は、この入力されたEB描画データ103に基づいて描画前レチクル10

5に回路パターン等の図形パターンを描画し、描画済みレチクル106を製造する。この描画済みレチクル106は現像されて現像済みレチクル107となり、CADデータ101を正しく転写したパターンが形成されているか否か、レチクル検査装置110において検査される。一方、CADデータ101は、第2データ変換装置108において検査データ109にデータ変換される。この検査データ109は、レチクル検査装置110に入力され、現像済みレチクル107に描画された図形パターンに誤りがないことを検査するために用いられる。この検査によって、現像済みレチクル107に正しく図形パターンが形成されていることが確認されると、この現像済みレチクル107は良品判定を受け、検査済みレチクル111となる。

【0006】

この従来のレチクル製造方法においては、第1データ変換装置102でデータ変換により生成されたEB描画データ103は、検査工程を経ずにEB描画装置104に入力され、描画前レチクル105上に図形パターンが描画される。このため、第1データ変換装置102において、データ変換エラーが発生し誤ったEB描画データ103が生成された場合においても、このデータ変換エラーをEB描画装置104において描画前レチクル105へ図形パターンを描画する前に検出することができない。また、レチクル検査装置110での検査工程において、現像済みレチクル107に欠陥が検出された場合においても、この欠陥が第1データ変換装置102又は第2データ変換装置による変換エラーに起因する欠陥であるのか、又は描画工程若しくは現像工程における製造欠陥であるのか、判別することは極めて困難である。レチクル検査装置110においては、現像済みレチクル107上に形成された図形パターンを画像として取り込んだ被検査画像と、検査データ109により生成された参照画像とを比較することによって、現像済みレチクル107上に形成された図形パターンの欠陥の有無が検出される。このため、これら被検査画像と参照画像との否一致パターンが検出された場合、この原因を解明するためには、EB描画データ103にデータ変換エラーが含まれていないことを検証する作業から始めなければならない。また、データ変換エラーが検出された場合、第1データ変換装置102におけるデータ変換工程に修正を

加えてEB描画データ103を再生成する必要があり、レチクル製造のためのリードタイムが極めて長くなってしまう。

【0007】

特開平4-252044号公報には、レチクル製造に要する時間を短縮することを目的として、石英ガラス基板上に回路パターンを描画する時に、この基板上に照射されるEBによる基板表面からの反射信号を検出することによって、レチクルとなる石英ガラス基板上への回路パターン描画時における異物付着等の表面検査及びパターン欠陥等のパターンとデータの検証とをEB描画と同時に行う方法が開示されている。この従来技術によれば、EB描画時にレチクル上に形成されるパターンに含まれる欠陥の有無を検出できる。このため、描画済みレチクル上のパターンに含まれる欠陥の有無を、製造フローの早い段階で検出することができ、後の検査工程の簡略化及び短時間化が可能となる。よって、高価な装置であり有効稼働率が問題となるレチクル検査装置を無駄に稼働させことがなくなる。

【0008】

しかしながら、この従来技術では、レチクル描画時に欠陥の有無は検出できるが、欠陥が検出された場合においても、この欠陥の原因を特定することはできない。このため、他の従来技術と同様に、検出された欠陥の原因を解明するためには、EB描画データに含まれるデータ変換エラーの有無を検証しなければならない。また、レチクル検査装置と同様に、高価な装置であり有効稼働率の向上が重視されるEB描画装置を、データ変換エラーを含んだEB描画データによる誤ったレチクル描画のために稼働させることは、製造コストを著しく増大させる要因となる。更にまた、誤ったEB描画データにより製造されたレチクルも無駄になってしまう。

【0009】

一方、特開平5-265192号公報には、レチクル上にパターンを描画するための製造データの検証を、レチクルを製造する前に実施するレチクル製造方法が開示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この従来技術では、データ変換装置におけるデータ変換エラーの早期検出という課題は解消されない。よって、このデータ変換エラーと他の製造欠陥との切り分けという課題も存在しない。従って、この従来技術の公報には、このデータ変換エラーに起因するレチクル製造工程の長期化及びコスト増大という課題を解決するための具体的な手段も開示されていない。

【0011】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、レチクル上に描画される回路パターン等のEB描画データに含まれるデータ変換エラー等の欠陥をレチクル製造前に検出することによって、レチクル検査工程を簡略化し、EB描画装置及びレチクル検査装置等のレチクル製造に必要な装置の有効稼働率を向上させ、レチクル製造に要する時間を短縮し製造コストを削減できるレチクル製造方法を提供することを目的とする。

【0012】**【課題を解決するための手段】**

本願第1発明に係るレチクル製造方法は、レチクル設計データであるCADデータを第1データ変換装置による電子ビーム描画データと第2データ変換装置による検査データとにデータ変換し、前記電子ビーム描画データと前記検査データとをデータ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記電子ビーム描画データが前記CADデータを正しくデータ変換したデータであることを検証した後に前記電子ビーム描画データを用いてレチクルを製造し、前記検査データにより前記レチクルの品質検査をすることを特徴とする。

【0013】

本願第2発明に係るレチクル製造方法は、レチクル設計データによる図形パターンをレチクル上に描画するための第1電子ビーム描画データを第1データ変換装置による第2電子ビーム描画データと第2データ変換装置による検査データとにデータ変換し、前記第2電子ビーム描画データと前記検査データとをデータ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記第2電子ビーム描画データが前記第1電子ビーム描画データを正しくデータ変換したデータであること

を検証した後に前記第2電子ビーム描画データを用いてレチクルを製造し、前記検査データにより前記レチクルの品質検査をすることを特徴とする。

【0014】

本願第3発明に係るレチクル製造方法は、レチクル設計データであるCADデータを第1データ変換装置により電子ビーム描画データにデータ変換し、前記電子ビーム描画データと前記CADデータとをデータ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記電子ビーム描画データが前記CADデータを正しくデータ変換したデータであることを検証した後に前記電子ビーム描画データを用いてレチクルを製造し、前記電子ビーム描画データを第2データ変換装置でデータ変換することによって得られる検査データによって前記レチクルの品質検査をすることを特徴とする。

【0015】

また、本願第4発明に係るレチクル製造方法は、レチクル設計データであるCADデータを第1データ変換装置による第1電子ビーム描画データ及び第2電子ビーム描画データと第2データ変換装置による第1検査データ及び第2検査データとにデータ変換し、前記第1電子ビーム描画データと前記第1検査データとを第1データ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記第2電子ビーム描画データと前記第2検査データとを第2データ検証装置で比較してデータ変換エラーの有無を検証し、前記第1電子ビーム描画データ及び前記第2電子ビーム描画データが前記CADデータを正しくデータ変換したデータであることを検証した後に前記第1電子ビーム描画データ及び前記第2電子ビーム描画データを用いてレチクルを製造し、前記第1検査データ及び前記第2検査データにより前記レチクルの品質検査をすることを特徴とする。

【0016】

これらのレチクル製造方法において、前記データ検証装置は、前記電子ビーム描画データと前記検査データとをラスタ走査及びステージ連続移動描画方式による電子ビーム描画装置で用いられるラスタ画像にデータ変換し、前記ラスタ画像を比較することによりデータ変換エラーの有無を検証するように構成することができる。

【0017】

また、前記データ検証装置は、前記電子ビーム描画データと前記検査データとを2次元座標データに変換し、前記2次元座標データを比較することによりデータ変換エラーの有無を検証することもできる。

【0018】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施形態について添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るレチクル製造方法を示すフローチャートである。本実施形態においては、レチクル設計データであるCADデータ1が、第1データ変換装置2及び第2データ変換装置5に入力される。第1データ変換装置2は、CADデータ1に含まれる図形パターンに対して、回転、拡大及び縮小並びに膨張及び収縮等の変換処理を施し、更にフォーマット変換を施すことによって、CADデータ1をEB描画データ3にデータ変換する。一方、第2データ変換装置5は、CADデータ1に含まれる図形パターンに対して、第1データ変換装置と同様の変換処理及びフォーマット変換を施すことによって、CADデータ1を検査データ6にデータ変換する。EB描画データ3及び検査データ6はデータ検証装置8に入力され、このデータ検証装置8は、入力されたEB描画データ3と検査データ6とに含まれる図形パターンに関する情報を比較することによって、第1データ変換装置2及び第2データ変換装置5においてデータ変換が正しく行われたことを検証する。データ検証装置8での検証によりEB描画データ3がCADデータ1を正しくデータ変換したデータであることが検証されると、EB描画データ3はEB描画装置4に入力され、EB描画装置4が描画前レチクル9上にCADデータに基づく図形パターンを描画するためのデータとして用いられる。EB描画装置4は、入力されたEB描画データ3に基づいて描画前レチクル9上に図形パターンを描画し、描画済みレチクル10を製造する。この描画済みレチクル10は現像されて現像済みレチクル11となり、レチクル検査装置7において検査される。レチクル検査装置7は、検査データ6を入力され、この入力された検査データ6から参照画像を生成する。また、レチクル検査装置7は、現像済みレチクル11表面を紫外光レーザでスキャンして得られる情報から被検

査画像を生成し、これと検査データ6から生成した参照画像とを比較することによって、現像済みレチクル11上にCADデータ1の情報通りの図形パターンが正しく形成されているか否かを検証する。このレチクル検査装置7における検査により欠陥が検出されなかった現像済みレチクル11は、良品判定を受けて検査済みレチクルとなる。

【0019】

次に、本実施形態に係るレチクル製造方法の動作について、図2に示すフローチャートを参照して説明する。本実施形態においては、先ず、CADデータ1が第1データ変換装置2においてEB描画データ3に変換される（ステップS1）。次に、CADデータ1が第2データ変換装置5において検査データ6に変換される（ステップS2）。次に、EB描画データ3と検査データ6とが、データ検証装置8において比較される（ステップS4）。ここで比較結果が一致しない場合、第1データ変換装置2又は第2データ変換装置5のいずれかにおいてデータ変換エラーが発生したもの、即ち、データ変換NGと判定し（ステップS9）、このEB描画データ3及び検査データ6をCADデータ1からデータ変換した第1データ変換装置2及び第2データ変換装置5において、データ変換エラーが発生したか否かを検証する。一方、ステップS4において、EB描画データ3と検査データ6とが一致した場合、EB描画データ3はEB描画装置4に入力され、描画前レチクル9に図形パターンが描画され、このレチクルは続いて現像されて現像済みレチクル11となる（ステップS5）。この現像済みレチクル11は、レチクル検査装置7において検査される（ステップS6）。ここで検査結果がOKであれば（ステップS7）、この現像済みレチクル11は良品判定を受けることができるが（ステップS8）、ステップS7においてレチクル上に欠陥が検出された場合は、EB描画工程において欠陥が発生したもの、即ち、描画NGと判定される（ステップS10）。

【0020】

次に、データ検証装置8によるデータ検証方法詳細について説明する。データ検証装置8には、図1に示すように、EB描画データ3及び検査データ6が入力される。図3は、データ検証装置8によるデータ検証方法の一例を示すフローチ

ヤートである。データ検証装置8に入力されたEB描画データ3は、図3に示すように、ラスタ走査及びステージ連続移動描画方式による電子ビーム描画装置で用いられるラスタ画像(Raster Image)を生成する第1ラスタ画像生成部21においてデータ変換され、第1ラスタ画像22が生成される。一方、データ検証装置8に入力された検査データ6は、同様にして、第2ラスタ画像生成部23においてデータ変換され、第2ラスタ画像24が生成される。これら第1ラスタ画像22と第2ラスタ画像24とは画像比較部25において画像比較され、これらの画像情報が一致しているか否かを判定する画像比較結果26が出力される。

【0021】

図4は、図3に示したデータ検証装置8内の各部におけるデータ例を示す図である。EB描画装置とレチクル検査装置とでは装置構造及び特性が異なるため、これらの装置には、同じCADデータから変換された同じ図形情報を含むデータであるが、異なる表現形式の図形パターンに変換されたEB描画データ3又は検査データ6として入力される。このため、データ検証装置8には、図3のEB描画データ3が、図4(a)に示すような複数の長方形、台形及び平行四辺形の組み合わせで構成されたデータとして、図3の検査データ6が、図4(c)に示すような1つの長方形と複数の台形の組み合わせで構成されたデータとして入力される。よって、これらの異なる表現形式の図形パターンに変換されたEB描画データ3と検査データ6とを正確に比較するために、これらのデータをデータ検証装置8において、同じ表現形式であるラスタ画像に変換する。図4(b)は、図4(a)のようなEB描画データを第1ラスタ画像生成部21でデータ変換することにより生成される第1ラスタ画像22の例である。図4(b)に示す第1ラスタ画像22において、ハッチングで示した領域がレチクル上にEB描画される図形領域であり、ハッチングされた領域の外端部に×印で示した部分は、異なるトーンでレチクル上にEB描画される部分である。また、図4(d)は、図4(c)のような検査データ6を第2ラスタ画像生成部23でデータ変換することにより生成される第2ラスタ画像24の例である。これらの第1ラスタ画像22及び第2ラスタ画像24は同じ表現形式になっているため、画像比較部25で容易に比較することができ、これらのラスタ画像に含まれる相違点の有無を正確に判

定することができる。

【0022】

図5は、データ検証装置8によるデータ検証方法の別の例を示すフローチャートである。データ検証装置8に入力されたEB描画データ3は、図5に示すように、第1図形合成部31においてデータ変換され、第1多角形図形集合32が生成される。一方、データ検証装置8に入力された検査データ6は、同様にして、第2図形合成部33においてデータ変換され、第2多角形図形集合34が生成される。これらの第1多角形図形集合32と第2多角形図形集合34とは図形比較部35において図形比較され、これらの図形情報が一致しているか否かを判定する図形比較結果36が出力される。

【0023】

図6は、図5に示したデータ検証装置8内の各部におけるデータ例を示す図である。図3及び図4に示した例と同様に、データ検証装置8には、図5のEB描画データ3が、図6(a)に示すような複数の長方形、台形及び平行四辺形の組み合わせで構成されたデータとして、図5の検査データ6が、図6(c)に示すような1つの長方形と複数の台形の組み合わせで構成されたデータとして入力される。よって、これらの異なる表現形式の図形パターンに変換されたEB描画データ3と検査データ6とを正確に比較するために、これらのデータをデータ検証装置8において、同じ表現形式である多角形図形集合情報に変換する。図6(b)は、図6(a)のようなEB描画データを第1図形合成部31でデータ変換することにより生成される第1多角形図形集合32である。また、図6(d)は、図6(c)のような検査データ6を第2図形合成部33でデータ変換することにより生成される第2多角形図形集合34である。これらの第1多角形図形集合32及び第2多角形図形集合34は同じ表現形式になっており、合成された図形の頂点座標の列を図形比較部35で容易に比較することができる。よって、これらの図形情報に含まれる相違点の有無を正確に判定し、この比較結果を図形比較結果36として出力することができる。

【0024】

本実施形態においては、図1に示すように、第1データ変換装置2及び第2デ

ータ変換装置5の2つの異なるデータ変換装置によって、1つのCADデータ1を別々にデータ変換し、夫々EB描画データ3及び検査データ6を生成させる。一方のデータ変換装置においてデータ変換エラーが発生し、誤った図形パターンが生成される場合においても、他方のデータ変換装置において同じ図形パターンで同じ変換エラーが発生する確率は極めて低い。このため、第1データ変換装置2と第2データ変換装置5とでCADデータ1からデータ変換されて生成されたEB描画データ3と検査データ6とをデータ検証装置8で比較することによって、データ変換エラーの有無を容易に検出することができる。例えば、1枚のレチクルを製造するために必要なレチクル設計データに含まれる図形パターンの数を1億個と仮定し、データ変換装置でのデータ変換において、1個の図形パターンに対するデータ変換エラー発生確率を 10^{-8} と仮定する。このような仮定の元においては、CADデータ1からEB描画データ3へのデータ変換でデータ変換エラーが発生した図形パターンに対して、CADデータ1から検査データ6へのデータ変換でもデータ変換エラーが発生する確率は同様に 10^{-8} である。これらのデータ変換は、第1データ変換装置2及び第2データ変換装置5の別個のデータ変換装置によるため、1つの図形パターンに対して同じデータ変換エラーが発生する確率、即ち、1枚のレチクル設計データに含まれる図形パターンに対してデータ検証装置8において検出不可能な1個以上の誤った不正な図形パターンが含まれる確率Eは、独立事象発生確率として下記数式1のように簡単に計算することができる。

【0025】

【数1】

$$E = 1 - (1 - 10^{-8} \times 10^{-8})^{100000000} \approx 0.00000001$$

【0026】

上記数式1から、1枚のレチクル設計データに含まれる図形パターンに対してデータ検証装置8において検出不可能な1個以上の誤った不正な図形パターンが含まれる確率Eは無視できるほど小さいことがわかる。よって、本実施形態においては、第1データ変換装置2及び第2データ変換装置5の2つのデータ変換装

置において、CADデータ1からEB描画データ3及び検査データ6をデータ変換により別々に生成させ、これらのデータに含まれるデータ変換エラーの有無をレチクル製造のためのEB描画前にデータ検証装置8で検証することによって、データ変換エラーにより欠陥レチクルが製造されることを確実に防止できる。また、データ検証装置8においてデータ変換エラーが検出されるような場合、データ変換装置におけるデータ変換エラー要因をレチクル描画前に即座に解明することができるため、無駄な欠陥レチクルを描画する事がなく、レチクル検査工程を簡略化し、レチクル製造期間を短縮化することができる。よって、レチクル製造コストの大幅な削減が可能である。更にまた、レチクル検査装置7において、EB描画及び現像済みレチクル11上に欠陥が検出されるような場合においても、この欠陥発生原因がデータ変換エラーによるものではないことが明らかであるため、欠陥発生原因の解明が極めて容易である。従って、データ変換エラーのような製造工程の早期に発生する欠陥ばかりでなく、EB描画又は現像工程等のレチクル製造工程の後段の工程において発生するような欠陥においても、この欠陥が発生した工程終了後の早期に、この欠陥発生原因を容易に解明することができる。

【0027】

図7は、本発明の第2実施形態に係るレチクル製造方法を示すフローチャートである。本実施形態においては、先ず、レチクル設計データとして第1EB描画データ41が第1データ変換装置2及び第2データ変換装置5に入力される。第1データ変換装置2は、第1EB描画データ41に含まれる図形パターンに対して、回転、拡大及び縮小並びに膨張及び収縮等の変換処理を施し、更にフォーマット変換を施すことによって、第1EB描画データ41をEB描画データ43にデータ変換する。一方、第2データ変換装置5は、第1EB描画データ41に含まれる図形パターンに対して、第1データ変換装置と同様の変換処理及びフォーマット変換を施すことによって、第1EB描画データ41を検査データ6にデータ変換する。EB描画データ3及び検査データ6はデータ検証装置8に入力され、このデータ検証装置8は、第1実施形態と同様に、入力されたEB描画データ43と検査データ6とに含まれる図形パターンに関する情報を比較することによ

って、第1データ変換装置2及び第2データ変換装置5においてデータ変換が正しく行われたことを検証する。データ検証装置8での検証によりEB描画データ3がCADデータ1を正しくデータ変換したデータであることが検証されると、EB描画データ3はEB描画装置4に入力され、EB描画装置4が描画前レチクル9上に第1EB描画データ41に基づく図形パターンを描画するためのデータとして用いられる。EB描画装置4は、入力されたEB描画データ43に基づいて描画前レチクル9上に図形パターンを描画し、描画済みレチクル10を製造する。この描画済みレチクル10は現像されて現像済みレチクル11となり、レチクル検査装置7において検査される。レチクル検査装置7は、検査データ6を入力され、この入力された検査データ6から参照画像を生成する。また、レチクル検査装置7は、現像済みレチクル11表面を紫外光レーザでスキャンして得られる情報から被検査画像を生成し、これと検査データ6から生成した参照画像とを比較することによって、現像済みレチクル11上にCADデータ1の情報通りの図形パターンが正しく形成されているか否かを検証する。このレチクル検査装置7における検査により欠陥が検出されなかった現像済みレチクル11は、良品判定を受けて検査済みレチクルとなる。

【0028】

図8は、本発明の第3実施形態に係るレチクル製造方法を示すフローチャートである。本実施形態においては、レチクル設計データであるCADデータ1が、第1データ変換装置2及びデータ検証装置8に入力される。第1データ変換装置2は、CADデータ1に含まれる図形パターンに対して、回転、拡大及び縮小並びに膨張及び収縮等の変換処理を施し、更にフォーマット変換を施すことによって、CADデータ1をEB描画データ3にデータ変換する。このEB描画データ3はデータ検証装置8に入力される。CADデータ1とEB描画データ3とを入力されたデータ検証装置8は、第1実施形態と同様に、これらのデータに含まれる図形情報を比較することによって、CADデータ1が第1データ変換装置2において正しくデータ変換されてEB描画データ3が生成されたことを検証する。データ検証装置8においてデータ変換エラーが検出されなければ、EB描画データ3はEB描画装置4及び第2データ変換装置5に入力される。EB描画データ

3を入力されたEB描画装置4は、入力されたEB描画データ3に基づいて描画前レチクル9上に図形パターンを描画し、描画済みレチクル10を製造する。この描画済みレチクル10は現像されて現像済みレチクル11となり、レチクル検査装置7において検査される。一方、EB描画データ3を入力された第2データ変換装置5は、このEB描画データ3に第1データ変換装置と同様の変換処理及びフォーマット変換を施すことによって、EB描画データ3を検査データ6にデータ変換する。この検査データ6はレチクル検査装置7に入力され、検査データ6を入力されたレチクル検査装置7は、検査データ6から生成される参照画像を、現像済みレチクル11表面を紫外光レーザでスキャンして得られる情報から生成される被検査画像と比較することによって、現像済みレチクル11上にEB描画データ3の情報通りの図形パターンが正しく形成されているか否かを検証する。このレチクル検査装置7における検査により欠陥が検出されなかった現像済みレチクル11は、良品判定を受けて検査済みレチクルとなる。

【0029】

次に、本発明の第4実施形態に係るレチクル製造方法を、図9に示すフローチャートを参照して説明する。本実施形態は、OPC技術及び位相シフト技術等の超解像技術で用いられるトライトーン(Tritone)マスク及び位相シフトマスク等のように、1枚のレチクル上にEB描画及び現像工程が夫々2回実施されるようなレチクル製造方法に適用されるのに好適である。本実施形態においては、レチクル設計データであるCADデータ1が、第1データ変換装置2及び第2データ変換装置5に入力される。第1データ変換装置2は、CADデータ1に含まれる図形パターンに対して、回転、拡大及び縮小並びに膨張及び収縮等の変換処理を施し、更にフォーマット変換を施すことによって、CADデータ1を第1EB描画データ51及び第2EB描画データ52にデータ変換する。一方、第2データ変換装置5は、CADデータ1に含まれる図形パターンに対して、第1データ変換装置と同様の変換処理及びフォーマット変換を施すことによって、CADデータ1を第1検査データ53及び第2検査データ54にデータ変換する。第1EB描画データ51及び第1検査データ53は第1データ検証装置56に入力され、第2EB描画データ52及び第2検査データ54は第2データ検証装置58に

夫々入力される。これら第1データ検証装置56及び第2データ検証装置58は、夫々入力された第1EB描画データ51及び第1検査データ53と第2EB描画データ52及び第2検査データ54とに含まれる図形パターンに関する情報を比較することによって、第1データ変換装置2及び第2データ変換装置5においてデータ変換が正しく行われたことを検証する。第1データ検証装置56及び第2データ検証装置58での検証により第1EB描画データ51及び第2EB描画データ52の両方のデータが、CADデータ1を正しくデータ変換したデータであることが検証されると、第1EB描画データ51は第1EB描画装置55に入力され、この第1EB描画装置55が描画前レチクル59上にCADデータ1に基づく図形パターンを描画するためのデータとして用いられる。第1EB描画装置55は、入力された第1EB描画データ51に基づいて描画前レチクル59上に図形パターンを描画し、第1描画済みレチクル60を製造する。この第1描画済みレチクル60は現像され、残存Cr膜等の不要な部分が除去されて、第1パターンが形成された第1現像済みレチクル61となる。一方、第2EB描画データ52は第2EB描画装置57に入力され、この第2EB描画装置57が第1現像済みレチクル61上にCADデータ1に基づく図形パターンを描画するためのデータとして用いられる。第2EB描画装置57は、入力された第2EB描画データ52に基づいて、フォトレジスト（感光剤）が塗布された第1現像済みレチクル61上に図形パターンを描画し、第2描画済みレチクル63を製造する。この第2描画済みレチクル60は現像され、残存ハーフトーン（Halftone）膜等の不要部分の除去及び石英ガラス基板表面のガラス層のエッチングによる一部除去等を施されて、第2パターンが形成された第2現像済みレチクル63となる。また、一方において、第1検査データ53及び第2検査データ54は、レチクル検査装置64に入力され、このレチクル検査装置は、これら第1検査データ53及び第2検査データ54からレチクル検査のための参照画像を生成し、第2現像済みレチクル63表面を紫外光レーザでスキャンして得られる情報から生成される被検査画像とこの参照画像とを比較することによって、2回のパターン形成が行われた第2現像済みレチクル63上にCADデータ1の情報通りの図形パターンが正しく形成されているか否かを検証する。このレチクル検査装置64における

検査により欠陥が検出されなかった第2現像済みレチクル63は、良品判定を受けて検査済みレチクルとなる。

【0030】

本発明に係るレチクル製造方法により製造されるレチクルは、g線、i線、KrF及びArF等の従来の短波長光源によるフォトリソグラフィ技術に使用されるマスクとしてのレチクルだけではなく、VUV及びEUV等の極短波長紫外線領域の光源によるフォトリソグラフィ技術並びにX線及びEB等の紫外線以外の光源によるフォトリソグラフィ技術に使用されるマスクであっても良い。

【0031】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明に係るレチクル製造方法は、2つのデータ変換装置を用い、CADデータ又はEB描画データからレチクル描画用のEB描画データ及びレチクル検査用の検査データをデータ変換により別々に生成させ、これらのデータに含まれるデータ変換エラーの有無をレチクル製造のためのEB描画前にデータ検証装置で検証する。このため、データ変換エラーにより欠陥レチクルが製造されることを確実に防止できる。また、データ検証装置においてデータ変換エラーが検出されるような場合、データ変換装置におけるデータ変換エラー要因をレチクル描画前に即座に解明することができるため、無駄な欠陥レチクルを描画することができなく、レチクル検査工程を簡略化し、レチクル製造期間を短縮化することができる。よって、レチクル製造コストの大幅な削減が可能である。更にまた、レチクル検査装置において、EB描画及び現像済みレチクル上に欠陥が検出されるような場合においても、この欠陥発生原因がデータ変換エラーによるものではないことが明らかであるため、欠陥発生原因の解明が極めて容易である。従って、データ変換エラーのような製造工程の早期に発生する欠陥ばかりでなく、EB描画又は現像工程等のレチクル製造工程の後段の工程において発生するような欠陥においても、このような欠陥が発生した工程終了後の早期に、欠陥発生原因を容易に解明することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態に係るレチクル製造方法を示すフローチャートである。

【図2】

本発明の第1実施形態に係るレチクル製造方法の動作を示すフローチャートである。

【図3】

本発明に係るデータ検証装置によるデータ検証方法の一例を示すフローチャートである。

【図4】

本発明に係るデータ検証装置内の各部におけるデータ例を示す図である。

【図5】

本発明に係るデータ検証装置によるデータ検証方法の別の例を示すフローチャートである。

【図6】

本発明に係るデータ検証装置内の各部におけるデータ例を示す図である。

【図7】

本発明の第2実施形態に係るレチクル製造方法を示すフローチャートである。

【図8】

本発明の第3実施形態に係るレチクル製造方法を示すフローチャートである。

【図9】

本発明の第4実施形態に係るレチクル製造方法を示すフローチャートである。

【図10】

従来のレチクル製造方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 1, 101 ; CADデータ
- 2, 42, 102 ; 第1データ変換装置
- 3, 103 ; EB描画データ
- 4, 104 ; EB描画装置
- 8 ; データ検証装置
- 9, 59, 105 ; 描画前レチクル

10, 106 ; 描画済みレチクル
11, 107 ; 現像済みレチクル
5, 108 ; 第2データ変換装置
6, 109 ; 検査データ
7, 64, 110 ; レチクル検査装置
12, 65, 111 ; 検査済みレチクル
21 ; 第1ラスタ画像生成部
22 ; 第1ラスタ画像
23 ; 第2ラスタ画像生成部
24 ; 第2ラスタ画像
25 ; 画像比較部
26 ; 画像比較結果
31 ; 第1図形合成部
32 ; 第1多角形図形集合
33 ; 第2図形合成部
34 ; 第2多角形図形集合
35 ; 図形比較部
36 ; 図形比較結果
41, 51 ; 第1EB描画データ
43 ; 第2EB描画データ
52 ; 第2EB描画データ
53 ; 第1検査データ
54 ; 第2検査データ
55 ; 第1EB描画装置
56 ; 第1データ検証装置
57 ; 第2EB描画装置
58 ; 第2データ検証装置
60 ; 第1描画済みレチクル
61 ; 第1現像済みレチクル

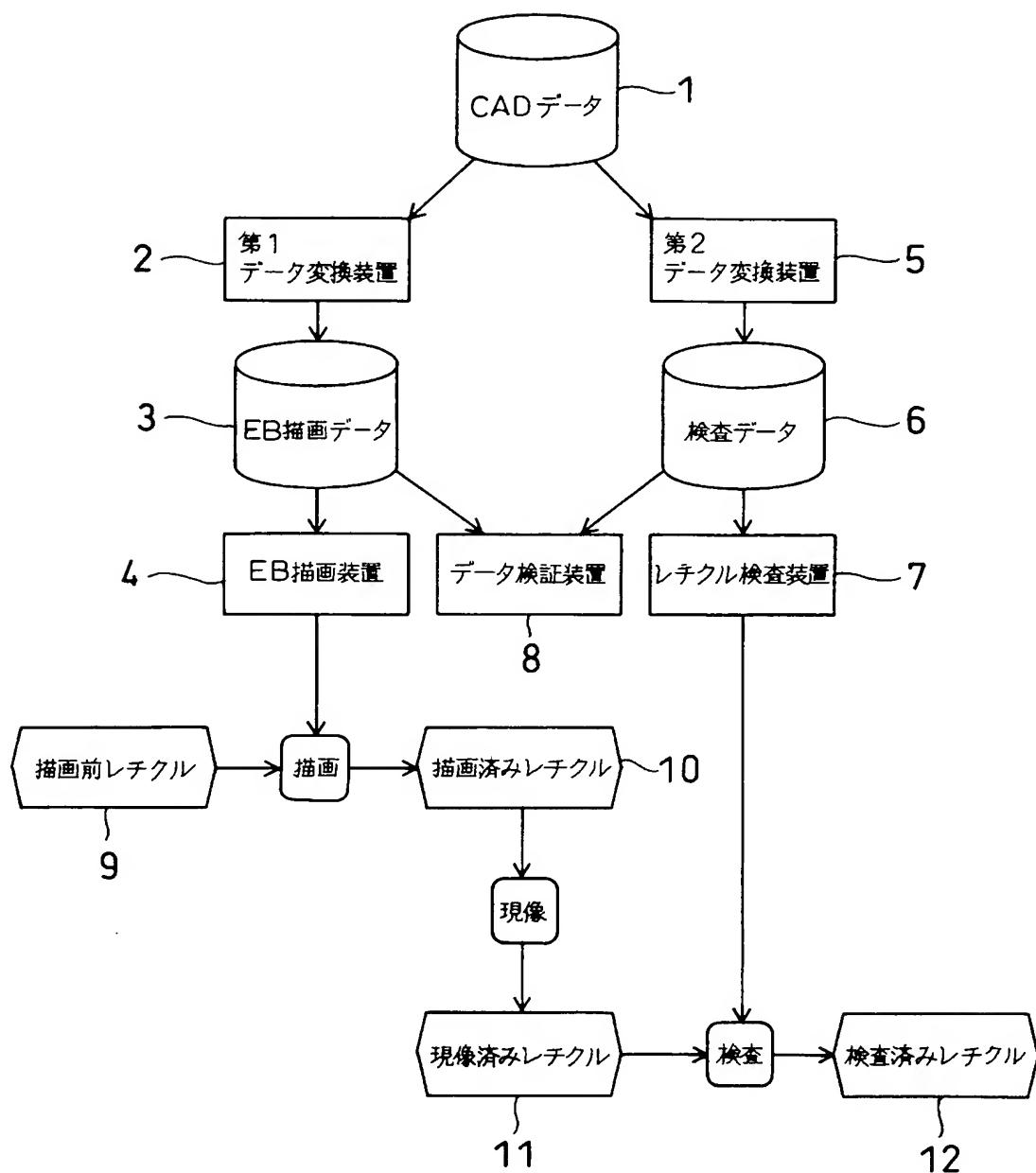
62；第2描画済みレチクル

63；第2現像済みレチクル

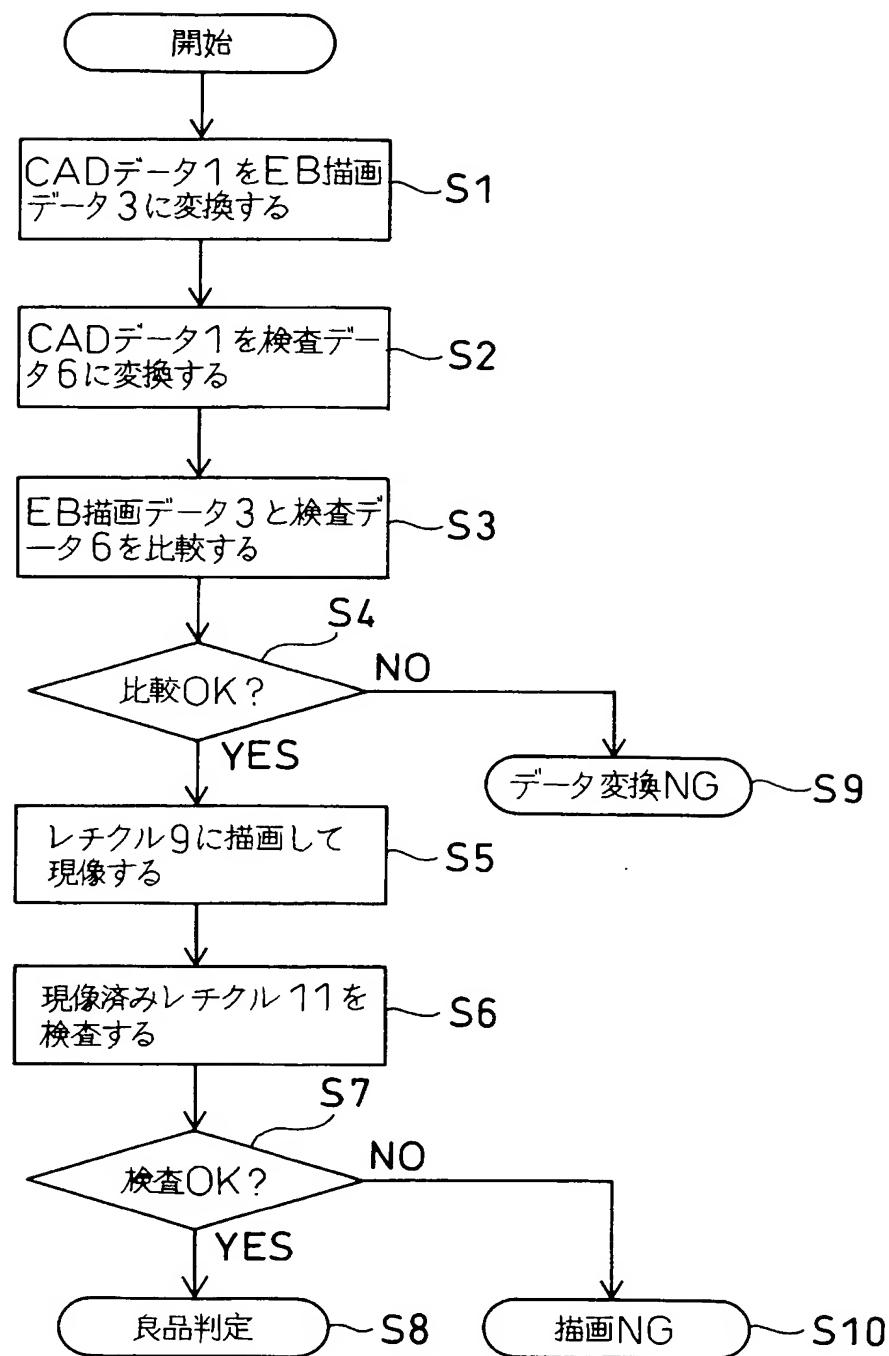
【書類名】

図面

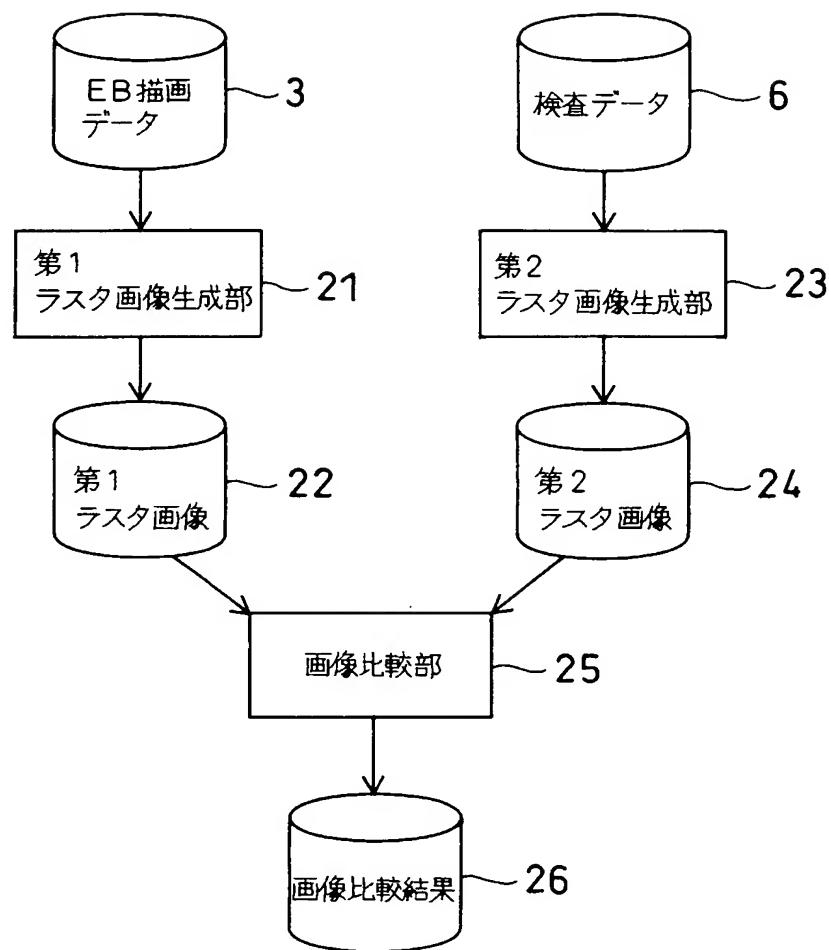
【図 1】



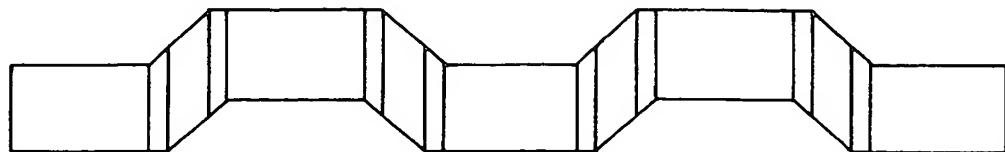
【図2】



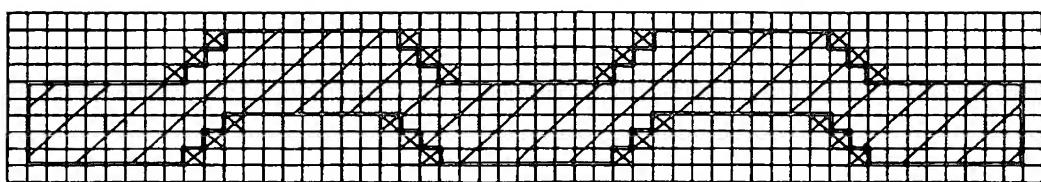
【図3】



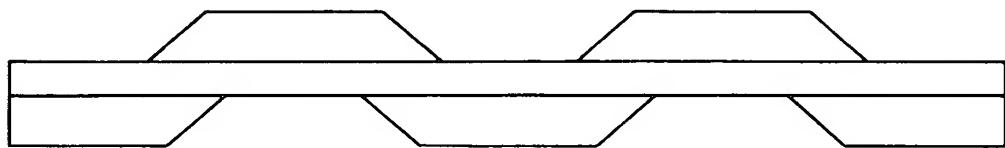
【図4】



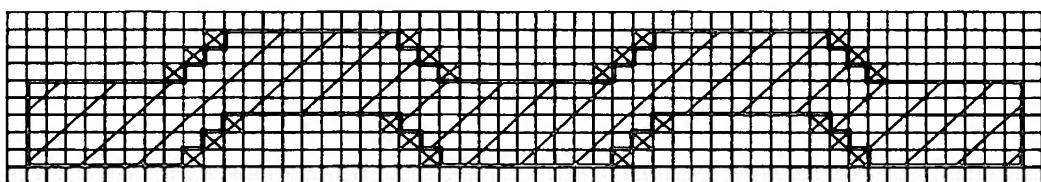
(a)



(b)

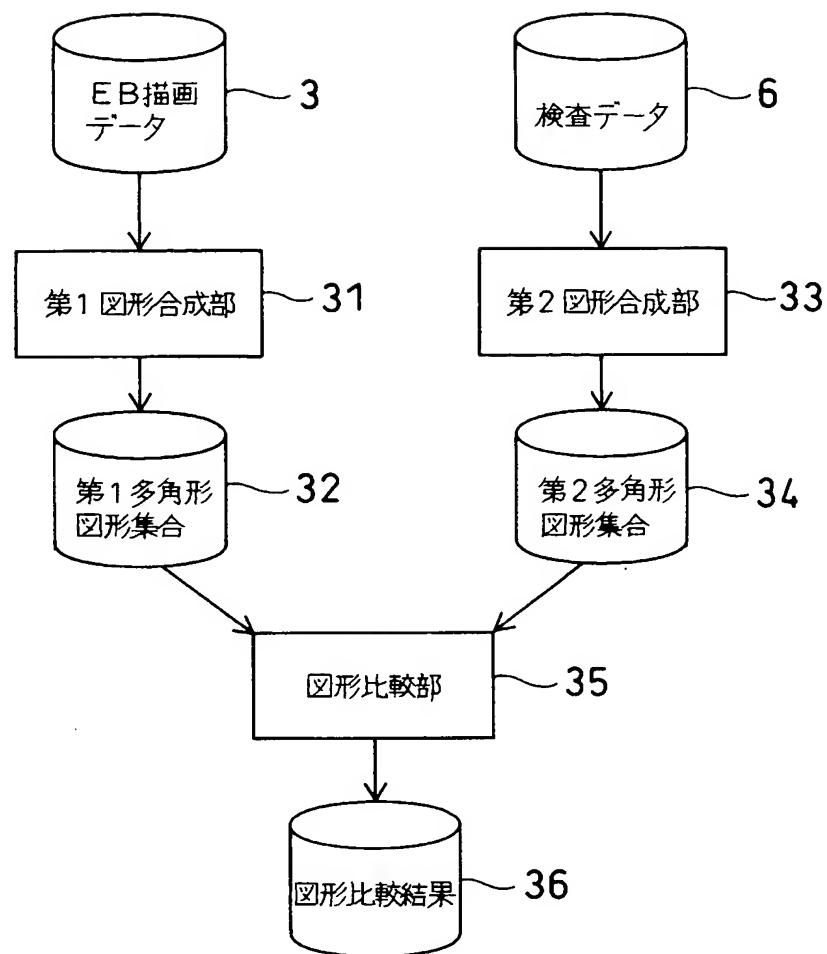


(c)

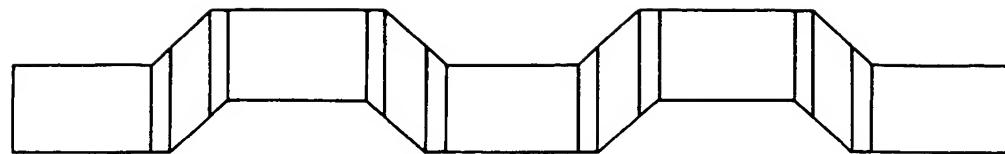


(d)

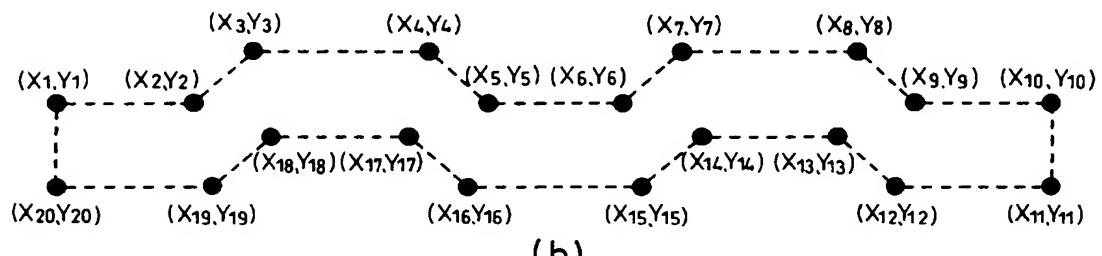
【図5】



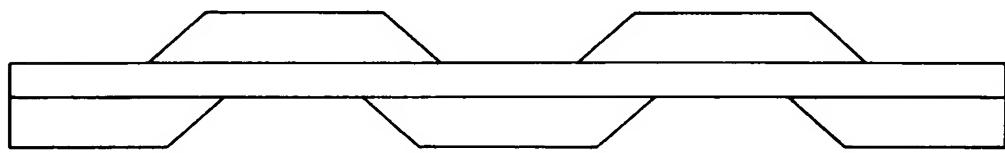
【図 6】



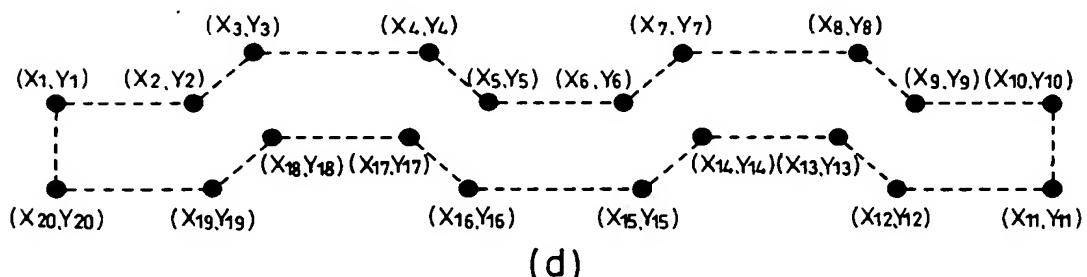
(a)



(b)

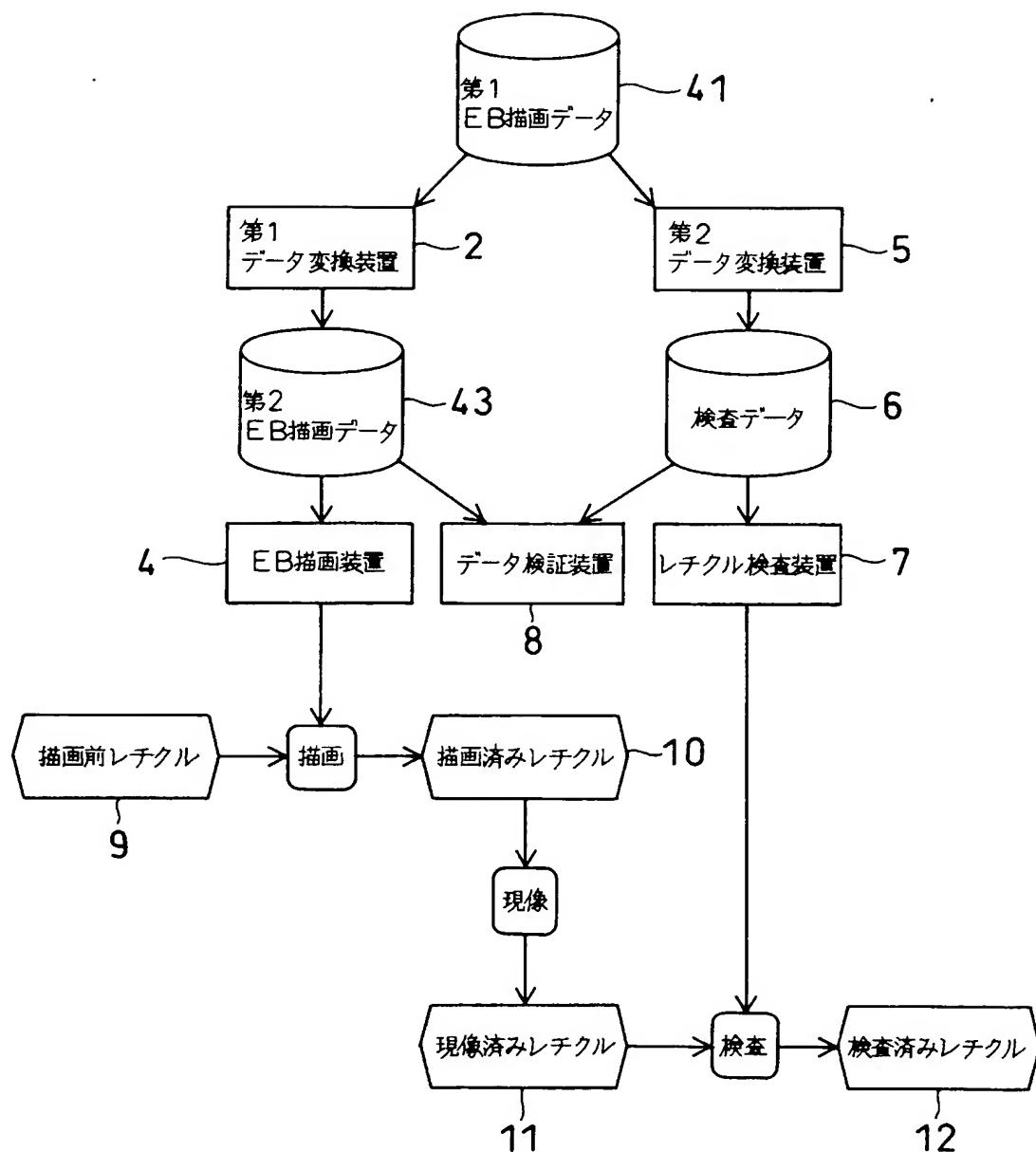


(c)

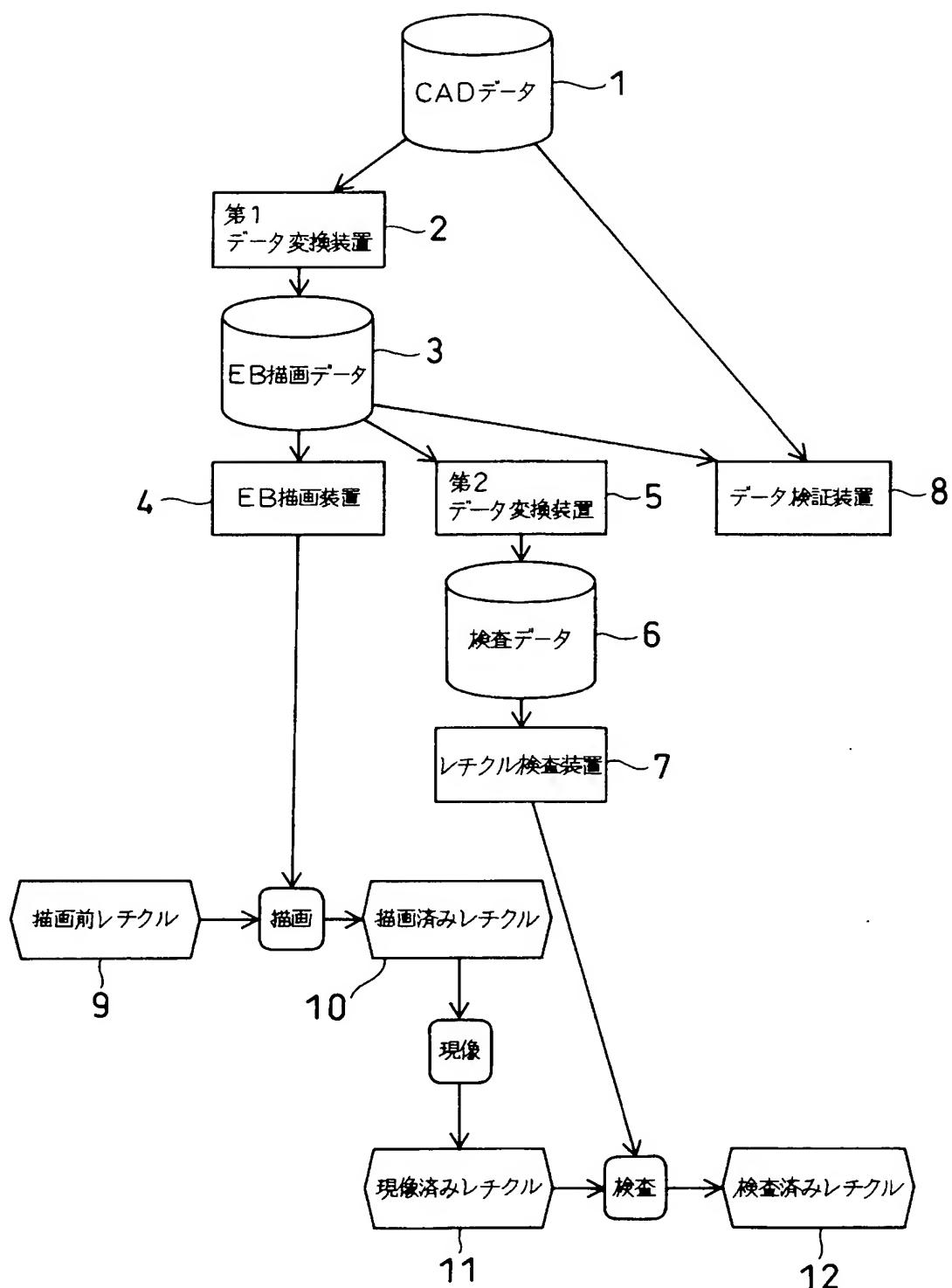


(d)

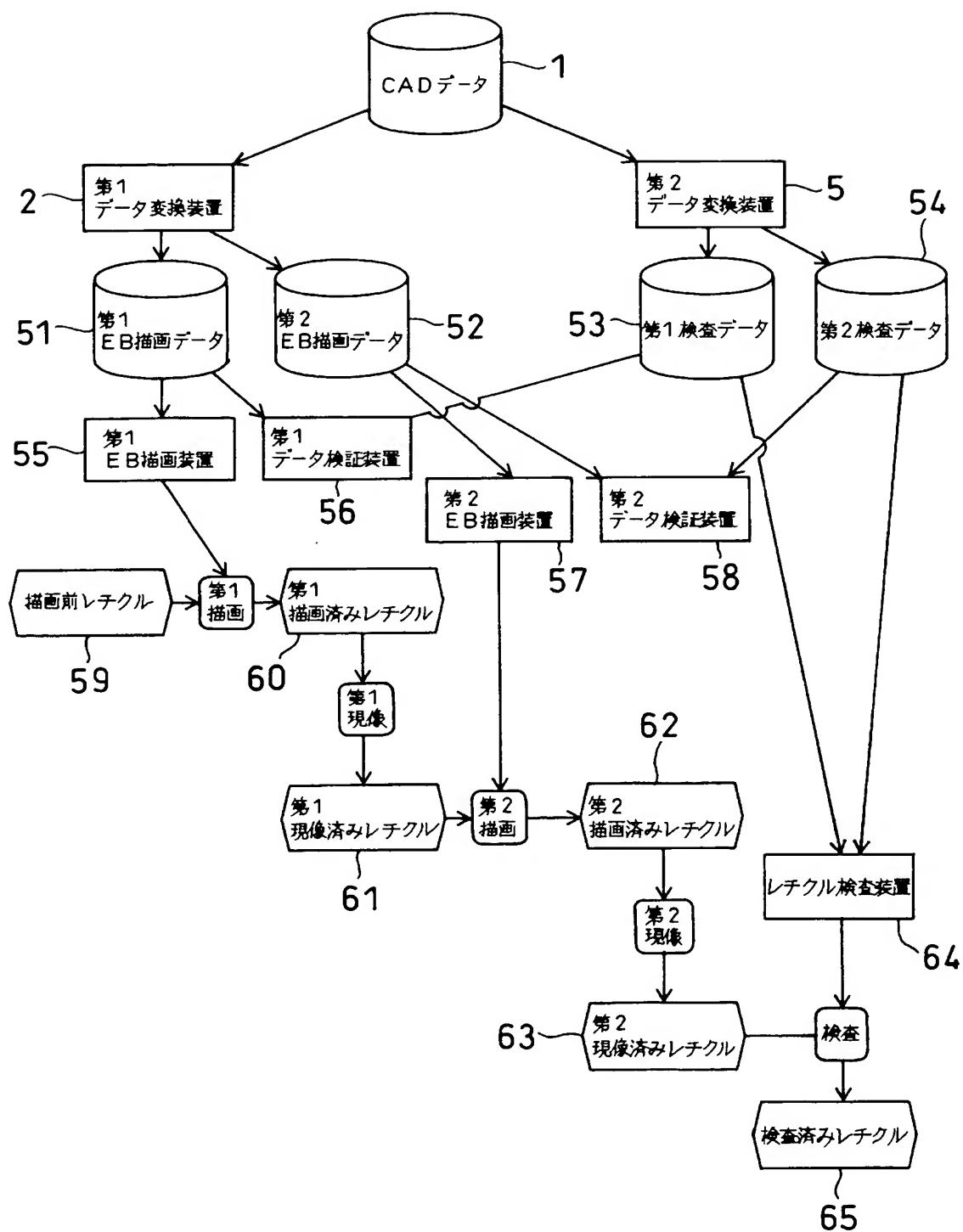
【図 7】



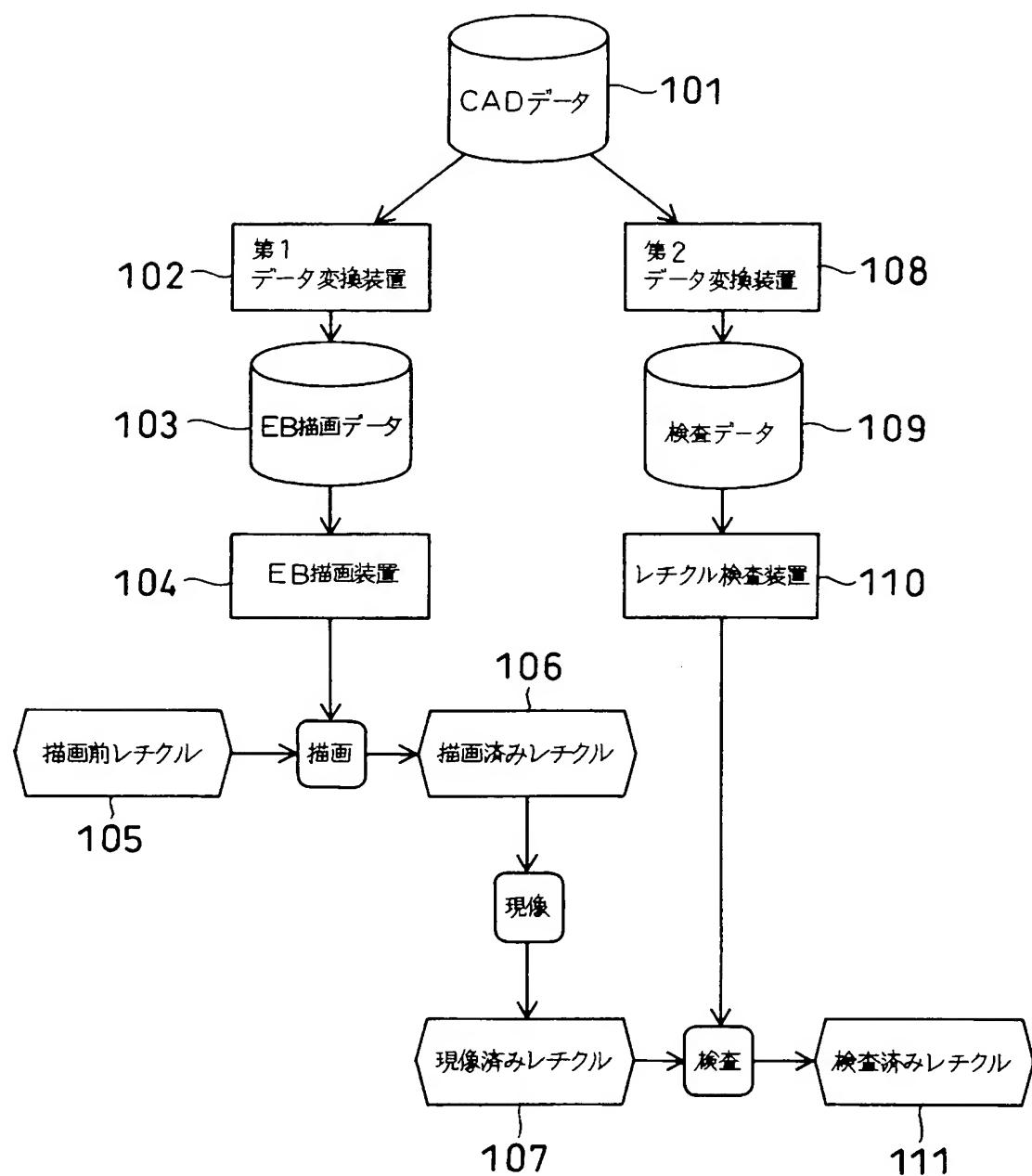
【図8】



【図9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 EB描画データに含まれるデータ変換エラー等の欠陥をレチクル製造前に検出することによって、レチクル検査工程を簡略化し、EB描画装置及びレチクル検査装置等の有効稼働率を向上させ、レチクル製造に要する時間を短縮し製造コストを削減できるレチクル製造方法を提供する。

【解決手段】 レチクル設計データであるCADデータ1を第1及び第2データ変換装置2、5に入力し、データ変換されて出力されるEB描画データ3及び検査データ6をデータ検証装置8に入力し、EB描画前にデータ変換エラーの有無を検証する。データ検証装置8でデータ変換エラーが検出されなければ、EB描画データ3によりEB描画装置4で描画前レチクル9上にパターンをEB描画及び現像し、製造された現像済みレチクル11を検査データ6によりレチクル検査装置7で検査する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-256920
受付番号	50201309196
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 9月 3日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 9月 2日
-------	-------------

次頁無

特願2002-256920

出願人履歴情報

識別番号 [00004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社